PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :
B29C 65/16

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 95/26869**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 12. Oktober 1995 (12.10.95)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE95/00394

(22) Internationales Anmeldedatum: 23. März 1995 (23.03.95)

(30) Prioritätsdaten:
P 44 11 251.3 31. März 1994 (31.03.94) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: MARQUARDT GMBH [DE/DE]; Schloßstrasse 16, D-78604 Rietheim-Weilheim (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: MÜLLICH, Vitus [DE/DE]; Unter der Halde 15, D-78604 Rietheim-Weilheim (DE).

(74) Anwälte: EISELE, E. usw.; Seestrasse 42, D-88214 Ravensburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

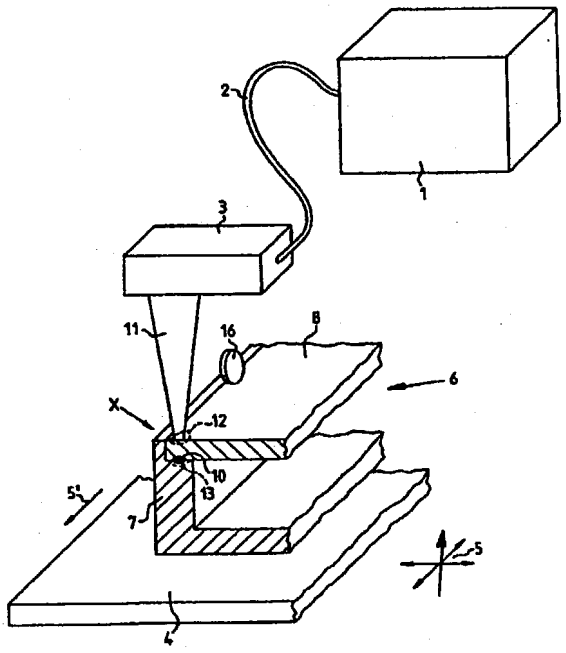
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: PLASTIC WORKPIECE AND PROCESS FOR PRODUCING IT

(54) Bezeichnung: WERKSTÜCK AUS KUNSTSTOFF UND HERSTELLVERFAHREN FÜR EIN DERARTIGES WERKSTÜCK

(57) Abstract

The invention relates to a workpiece, especially a housing (6) for an electric switch, and a process for producing it. The workpiee consists of at least two components (7, 8), preferably of a thermoplastic material, welded together along a seam area (10) by laser radiation (11). The two components (7, 8) have mutually different transmission and absorption coefficients for the laser radiation (11) spectrum, at least in partial regions. The first component (8) is designed to transmit at least partly the laser radiation (11) down to the seam area (10) in the region of a first coupling area (12) in which the laser radiation (11) impinges upon the first component (8), whereby a part of the laser radiation (11) passes through the first component (8) and can penetrate at a second coupling area (13) in the second component (7). In the region of the seam area (10) at the second coupling area (13), the second component (7) is at least partly absorbent for the laser radiation (11).



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Werkstück, insbesondere ein Gehäuse (6) für einen elektrischen Schalter, sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung. Das Werkstück besteht aus wenigstens zwei miteinander durch Laserstrahlen (11) entlang einer Fügezone (10) verschweißten Werkstückteilen (7, 8) aus einem vorzugsweise thermoplastischen Kunststoff, wobei die beiden Werkstückteile (7, 8) wenigstens in Teilbereichen einen voneinander unterschiedlichen Transmissions- sowie Absorptionskoeffizienten für das Spektrum der Laserstrahlen (11) besitzen. Das eine erste Werkstückteil (8) ist im Bereich von einer ersten Einkoppelzone (12), in der die Laserstrahlen (11) auf das erste Werkstückteil (8) treffen, bis zur Fügezone (10) wenigstens teilweise transmittierend für die Laserstrahlen (11) ausgebildet, wodurch ein Teil der Laserstrahlen (11) das erste Werkstückteil (8) durchdringen und an einer zweitten Einkoppelzone (13) in das zweite Werkstückteil (7) eindringen kann. Das zweite Werkstückteil (7) ist im Bereich der Fügezone (10) an der zweiten Einkoppelzone (13) wenigstens teilweise absorbierend für die Laserstrahlen (11) ausgebildet.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	**GA**	Gabon	**MR**	Mauretanien
AU	Australien	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MW**	Malawi
BB	Barbados	**GE**	Georgien	**NE**	Niger
BE	Belgien	**GN**	Guinea	**NL**	Niederlande
BF	Burkina Faso	**GR**	Griechenland	**NO**	Norwegen
BG	Bulgarien	**HU**	Ungarn	**NZ**	Neuseeland
BJ	Benin	**IE**	Irland	**PL**	Polen
BR	Brasilien	**IT**	Italien	**PT**	Portugal
BY	Belarus	**JP**	Japan	**RO**	Rumänien
CA	Kanada	**KE**	Kenya	**RU**	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	**KG**	Kirgisistan	**SD**	Sudan
CG	Kongo	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**SE**	Schweden
CH	Schweiz	**KR**	Republik Korea	**SI**	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	**KZ**	Kasachstan	**SK**	Slowakei
CM	Kamerun	**LI**	Liechtenstein	**SN**	Senegal
CN	China	**LK**	Sri Lanka	**TD**	Tschad
CS	Tschechoslowakei	**LU**	Luxemburg	**TG**	Togo
CZ	Tschechische Republik	**LV**	Lettland	**TJ**	Tadschikistan
DE	Deutschland	**MC**	Monaco	**TT**	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	**MD**	Republik Moldau	**UA**	Ukraine
ES	Spanien	**MG**	Madagaskar	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	**ML**	Mali	**UZ**	Usbekistan
FR	Frankreich	**MN**	Mongolei	**VN**	Vietnam

"Werkstück aus Kunststoff und Herstellverfahren für ein derartiges Werkstück"

Die Erfindung betrifft ein Werkstück, insbesondere ein Gehäuse für einen elektrischen Schalter, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Verschweissen von Werkstückteilen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 7.

Aus Kunststoff bestehende Gehäuse für elektrische Schalter dienen zur Aufnahme der elektrischen Bauteile, wie Festkontakte, Schaltkontakte, usw. sowie gegebenenfalls von weiteren Komponenten. Die Gehäuse bestehen im allgemeinen aus mehreren Gehäuseteilen mit in der Regel komplexer räumlicher Gestalt. Die Gehäuseteile werden bei der Montage des Schalters zusammengesetzt, wobei häufig eine feste Verbindung zwischen den Gehäuseteilen herzustellen ist. Diese Verbindung muß der Kontur der Gehäuseteile angepaßt sein und kann somit eine räumlich dreidimensional verlaufende Ausbildung besitzen.

Es ist bekannt, insbesondere wenn die Gehäuse hermetisch nach außen verschlossen sein sollen, die Gehäuseteile mittels Ultraschallschweissen miteinander zu verbinden. Nachteilig ist dabei, daß aufgrund der Ultraschallschwingungen Lötverbindungen an den elektrischen Bauteilen sowie die elektrischen Bauteile selbst zerstört werden können, womit letztendlich der Schalter unbrauchbar wird. Es besteht somit der Bedarf für ein die elektrischen Bauteile nicht

beeinträchtigendes Verfahren zum Verschweissen der Gehäuseteile von elektrischen Schaltern.

Aus der DE-OS 36 21 030 ist es bekannt, Kunststoff-Folien durch Einwirkung von Laserstrahlen miteinander zu verschweissen. Dazu werden die Kunststoff-Folien plan aufeinander gelegt. Anschließend tritt ein fokussierter Laserstrahl durch die Folien hindurch, wobei die Folien in der Fügezone derart erwärmt werden, daß sie in einen schmelzflüssigen Zustand gelangen, so daß sie nach Abkühlung in der Fügezone miteinander verbunden sind.

Bei Folien handelt es sich um dünne Teile, so daß eine Erwärmung beim Durchtritt der Laserstrahlen in der gesamten Fügezone möglich ist. Dadurch gelingt in der Regel eine akzeptable Schweißverbindung zwischen den Folien. Bei dickeren Werkstücken, wie bei Gehäusen von elektrischen Schaltern, ist jedoch mit dem bekannten Fügeverfahren nur eine oberflächliche Erwärmung des Werkstücks möglich, womit keine brauchbare Schweißverbindung zwischen zwei Werkstückteilen erzielbar ist. Insbesondere ist aus konstruktiven Gründen bei Gehäuseteilen von elektrischen Schaltern die Fügezone häufig an der Innenseite des Gehäuses angeordnet. Eine derartige innenliegende Schweißverbindung ist offensichtlich mit dem bekannten Fügeverfahren nicht herstellbar.

Weiter ist aus der EP-A2-0 159 169 ein Verfahren zum Verschweissen von Platten aus Kunststoff mittels Laserstrahlen bekannt. Bei diesem Verfahren wird auf einer ersten Platte, die durch Verwendung eines Additivs im Kunststoff absorbierend für den Laserstrahl ausgebildet ist, eine zweite Platte angeordnet. Als Additiv wird ein schwarzer Farbstoff, vorwiegend Ruß, verwendet. Der Kunststoff der zweiten Platte enthält keine Additive, so daß die zweite Platte für den Laserstrahl weitgehend transparent ist.

Anschließend wirkt ein Laserstrahl auf die zweite Platte ein, wobei der Laserstrahl die zweite Platte durchdringt und in der ersten Platte absorbiert wird, so daß die aneinander angrenzenden Kontaktflächen der beiden Platten aufschmelzen und bei der anschließenden Abkühlung sich miteinander verbinden.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist, daß die zweite Platte kein Additiv enthalten darf und in einem ungefärbten, milchig-weißen Zustand vorliegt, während die erste Platte mit einem schwarzen Farbstoff eingefärbt ist. Die dadurch hergestellten Werkstücke bestehen folglich aus Teilen mit stark unterschiedlicher Farbe, so daß der optische Gesamteindruck beeinträchtigt ist. Gerade bei Gehäusen von elektrischen Schaltern wird jedoch gewünscht, daß das gesamte Gehäuse einen homogenen optischen Eindruck, insbesondere im Hinblick auf die Farbe, besitzt. Zudem handelt es sich bei den in der Veröffentlichungsschrift gezeigten Platten um ebene Gebilde, die an einer planen Fläche miteinander verschweißt werden. Gehäuseteile, insbesondere solche für elektrische Schalter o. dgl., besitzen in der Regel jedoch komplizierte Geometrien, wobei die Fügezone der miteinander zu verbindenden Teile dieser Geometrie folgen muß und daher nicht auf eine Ebene beschränkt ist. Eine Anregung zur Herstellung komplexer, räumlich verlaufender Fügezonen gibt die Veröffentlichungsschrift nicht. Das bekannte Verfahren ist daher zum Verschweissen von Gehäuseteilen, insbesondere für elektrische Schalter, nicht geeignet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein aus mehreren Werkstückteilen bestehendes Werkstück derart auszugestalten, daß die Werkstückteile, insbesondere an einer innenliegenden, dreidimensional räumlich verlaufenden Fügezone, mittels Laserstrahlen miteinander verbindbar sind sowie ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Werkstückes anzugeben.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Werkstück durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 sowie bei einem gattungsgemäßen Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 7 gelöst.

Die Erfindung basiert auf dem Gedanken, daß die Laserstrahlen das der Laserstrahlenquelle nächstliegende erste Werkstückteil im wesentlichen ungehindert durchdringen und im zweiten Werkstückteil weitgehend absorbiert werden, wodurch ein Aufschmelzen der beiden Werkstückteile an der Fügezone erreicht wird. Dazu ist zumindestens in den von den Laserstrahlen berührten Bereichen das erste Werkstückteil für die Laserstrahlen weitgehend transmittierend und das zweite Werkstückteil weitgehend absorbierend durch einen entsprechenden Anteil an Additiven ausgebildet. Zu diesem Zweck besitzt das erste Werkstückteil einen im Vergleich zum zweiten Werkstückteil hohen Transmissionskoeffizienten und einen niedrigen Absorptionskoeffizienten, d.h. das erste Werkstückteil besitzt einen größeren Transmissionskoeffizienten als das zweite Werkstückteil und das zweite Werkstückteil besitzt einen größeren Absorptionskoeffizienten als das erste Werkstückteil. Da jedoch beide Werkstückteile Additive enthalten, sind diese für Lichtstrahlen in dem für das menschliche Auge sichtbaren Bereich undurchlässig, womit vorteilhafterweise ein im wesentlichen homogener optischer Eindruck resultiert. Die einzelnen Werkstückteile sind nach der Verschweissung vom menschlichen Auge im wesentlichen nicht mehr unterscheidbar.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Insbesondere kann das zweite Werkstückteil derart an der Oberfläche absorbierend ausgestaltet sein, daß die Laserstrahlen lediglich eine kleine Distanz in das zweite Werkstückteil eindringen. Dadurch werden selbst bei kleinen

Laserleistungen gute Resultate beim Verschweissen erzielt. Der das Maß an Transmission und an Absorption bestimmende Transmissions- und Absorptionskoeffizient für die beiden Werkstückteile kann durch Zusatzstoffe im Kunststoff, beispielsweise Farbstoffpigmente eingestellt werden. Es hat sich als günstig herausgestellt, wenn das erste Werkstückteil auf eine Transmission T größer als 60% und Absorption A kleiner als 30% sowie das zweite Werkstückteil auf eine Absorption A größer als 90% und insbesondere eine vernachlässigbar geringe Transmission T eingestellt ist.

Die Fügezone kann insbesondere bei komplex ausgestalteten Werkstücken dreidimensional räumlich sowie auch im Inneren des Werkstücks verlaufen, so daß die Werkstückteile dem jeweiligen Verwendungszweck optimal anpaßbar sind. Zur Erzielung einer guten Abdichtung des Inneren des Werkstückes können die aneinander grenzenden Wände der Werkstückteile überlappend ausgebildet sein, wobei eine sektorale Verschweissung in der Fügezone mittels Laserstrahlen an den kritischen Bereichen, wie Ecken, Durchführungen o. dgl. genügen kann. Die miteinander zu verbindenden Werkstückteile können in der Fügezone einen überlappenden Stoß in verschiedenster Ausgestaltung aufweisen.

Die Güte der Fügezone läßt sich durch Druckeinwirkung auf die Fügezone bis zum Erkalten noch steigern. Die Druckeinwirkung wird bevorzugt benachbart zum Fokus der Laserstrahlen vorgenommen, so daß das Eindringen der Laserstrahlen in das Werkstück nicht behindert wird. Es ist jedoch auch denkbar, für den Laserstrahl transparente Spannmittel zu verwenden, so daß die Druckeinwirkung auch direkt im Einwirkungsbereich der Laserstrahlen vorgenommen werden kann. Bevorzugterweise wird die Druckeinwirkung der Bewegung der Laserstrahlen entlang der Fügezone nachgeführt. Diese Bewegung der Laserstrahlen läßt sich auf einfache Weise auch räumlich programmierbar durchführen, beispielsweise indem ein Roboter oder

Mehrachsen-Handhabungsgerät verwendet wird. Insbesondere sektorale Verschweissungen an einzelnen Stellen des Werkstücks sind somit auf einfache Weise herstellbar. Eine weitere Optimierung des Herstellverfahrens läßt sich dadurch erzielen, daß die Betriebsparameter der Laserstrahlenquelle entsprechend den gemessenen, in der Fügezone herrschenden Prozeßparametern, wie Druck und Temperatur, geregelt werden.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß eine qualitativ hochwertige Schweißnaht, die überlappend oder stumpf ausgestaltet sein kann und insbesondere wenigstens zum Teil im Inneren des Werkstückes, auch bei Werkstücken mit großen Wanddicken verlaufen kann, beim Verschweissen mittels Laserstrahlen erzielbar ist. Die Nahtgestaltung ist anders als beim bisher üblichen Ultraschallschweissen frei den konstruktiven Erfordernissen anpassbar, d.h. sie kann im Gehäuse beliebig räumlich angeordnet sein. Der Verlauf der Schweißnaht ist durch eine programmierbare Strahlführung der Laserstrahlen oder Bewegung des Werkstückes herstellbar, so daß eine flexible Fertigung von unterschiedlichsten Werkstücken möglich ist. Das Verschweissen der Werkstückteile erfolgt lediglich durch deren Erwärmung, weitere Zusatzstoffe sind jedenfalls für die eigentliche Verschweissung nicht notwendig. Besonders bei der Herstellung von elektrischen Schaltern wird Ausschuß vermieden, da eine Zerstörung der elektrischen Bauteile nicht zu befürchten ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zur Verschweissung eines Gehäuses für einen elektrischen Schalter,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch ein Gehäuse,

Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt gemäß Einzelheit X aus Fig. 1,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch einen Teil eines Gehäuses in einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 5 einen Längsschnitt durch einen Teil eines Gehäuses in noch einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 6 einen Längsschnitt durch die Wand eines Gehäuses in anderer Ausführungsform,

Fig. 7 einen Längsschnitt durch die Wand eines Gehäuses in wiederum anderer Ausführungsform,

Fig. 8 einen Längsschnitt durch die Wand eines Gehäuses in nochmals anderer Ausführungsform,

Fig. 9 einen Querschnitt durch ein Gehäuse mit komplexer räumlicher Ausgestaltung und

Fig. 10 einen Schnitt entlang der Linie 10-10 aus Fig. 9.

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung zum Verschweissen von Werkstückteilen mittels eines Laserstrahls entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren schematisch dargestellt. Diese Vorrichtung besteht aus einer Laserstrahlenquelle 1, beispielsweise einem Nd:YAG-Laser, dessen Lichtaustrittsöffnung über einen flexiblen Lichtleiter 2 mit einer Optik 3 verbunden ist, so daß die Laserstrahlenquelle 1 beliebig im Raum positionierbar ist. Die Optik 3 ist über einer Werkstückaufnahme 4 angeordnet, die mittels Antrieben durch eine Steuerung bewegbar ist, beispielsweise wie in Fig. 1 mittels der Richtungspfeile 5 angedeutet ist. Selbstverständlich kann auch die Optik 3 bewegbar ausgebildet sein.

Auf der Werkstückaufnahme 4 sind die miteinander zu verschweissenden Werkstückteile, nämlich die Teile für ein Gehäuse 6 zweckmäßig angeordnet, wobei es sich bei dem Gehäuse 6 vorliegend um das Gehäuse für einen elektrischen

Schalter handelt. Das Gehäuse 6 besteht aus zwei Gehäuseteilen, und zwar aus einem topfförmigen Gehäusesockel 7, der das zweite Werkstückteil bildet, und einem Gehäusedeckel 8, der das erste Werkstückteil darstellt. Sowohl der Gehäusesockel 7 als auch der Gehäusedeckel 8 bestehen aus Kunststoff, vorzugsweise einem thermoplastischen Kunststoff. Wie näher aus Fig. 2 hervorgeht, besitzt der Gehäusesockel 7 einen ringsumlaufenden Absatz 9, auf den der Gehäusedeckel 8 aufgelegt ist. Am Absatz 9 ist der Gehäusedeckel 8 mittels Laserstrahlen entlang einer kontinuierlich ringsumlaufenden Fügezone 10 mit dem Gehäusesockel 7 verschweißt, so daß das Innere des Gehäuses 6 des elektrischen Schalters hermetisch abgedichtet ist, insbesondere also vor dem Eindringen von Staub geschützt ist.

Wie weiter aus Fig. 1 hervorgeht, werden der Gehäusedeckel 8 und der Gehäusesockel 7 mittels Laserstrahlen 11, die von der Optik 3 auf das Gehäuse 6 abgestrahlt werden, entlang der Fügezone 10 derart erwärmt, daß der Gehäusesockel 7 und der Gehäusedeckel 8 in der Fügezone 10 in einen schmelzflüssigen Zustand gelangen. Dadurch entsteht eine Verbindung von Gehäusesockel 7 und Gehäusedeckel 8 in der Fügezone 10, die sich bei der anschließenden Abkühlung verfestigt und eine Schweißnaht bildet. Danach kann sich falls notwendig, zum Abbau von Schweißspannungen in der Fügezone 10 ein thermisches Tempern anschließen. Durch entsprechende Bewegung der Werkstückaufnahme 4 und/oder der Optik 3 bzw. der Laserstrahlenquelle 1 wird eine ringsumlaufende längliche Fügezone 10 am Gehäuse 6 erzielt. Falls es ausreichend ist, kann das Gehäuse 6 auch lediglich an einzelnen Stellen verschweißt sein, so daß keine kontinuierliche sondern eine abschnittsweise, sektorale Fügezone erhalten wird. Vorteilhafterweise werden beim sektoralen Verschweissen geringere Schweißspannungen eingebracht, womit gegebenenfalls ein nachträgliches Tempern überflüssig sein kann.

Es ist unmittelbar ersichtlich, daß durch entsprechende Bewegung der Laserstrahlenquelle 1 bzw. der Optik 3 und der Werkstückteile 7, 8 relativ zueinander auch eine frei orientierbare, dreidimensional räumlich angeordnete Fügezone 10 im Gehäuse 6 erzeugt werden kann. Zu diesem Zweck ist beispielsweise die Werkstückaufnahme 4 als Mehrachsen-Handhabungsgerät ausgebildet, daß gemäß den Pfeilen 5 in drei Dimensionen bewegbar ist. Ebensogut läßt sich dafür ein Roboter verwenden oder die Optik 3 entsprechend bewegen. Die gewünschte räumliche Bewegung der Werkstückaufnahme 4 ist programmierbar, so daß dann bei der Verschweissung die dazu korrespondierende räumlich ausgestaltete Fügezone 10 erzeugt wird. Vorteilhafterweise lassen sich dadurch auf einfach handhabbare und flexible Weise komplex ausgestaltete Fügezonen 10 erzeugen, wie sie insbesondere bei Gehäusen 6 für elektrische Schalter vorkommen.

Wie besonders in Fig. 2 zu sehen ist, liegt die Fügezone 10 konstruktionsbedingt im Inneren des Gehäuses 6, wobei die Fügezone 10 aufgrund des Absatzes 9 einen überlappenden Stoß aufweist. Entsprechend einer weiteren Ausführungsform, die in Fig. 4 zu sehen ist, sind der Gehäusedeckel 8 und der Gehäusesockel 7 mit einem stumpf überlappenden Stoß 17 ausgebildet. In noch einer weiteren Ausführung gemäß Fig. 5 weisen der Gehäusesockel 7 und der Gehäusedeckel 8 einen keilförmig überlappenden Stoß 18 auf. Auch bei diesen weiteren Ausführungsformen befindet sich die Fügezone 10 wenigstens zum Teil im Inneren des Gehäuses 6.

In nochmals einer weiteren Ausführungsform ist in Fig. 6 ein weiterer absatzartig überlappender Stoß 19 gezeigt. Die Werkstückteile 7, 8 besitzen jeweils einen an der eigentlichen Wandung auskragenden Absatz 20, 20', wobei die Fügezone 10 am Übergang zwischen den auskragenden Absätzen 20, 20' angeordnet ist. Die Laserstrahlen 11 wirken dabei ungefähr senkrecht auf den auskragenden Absatz 20 an

der dem auskragenden Absatz 20'gegenüberliegenden Seite ein. Noch weitere Ausbildungen für absatzförmige Stösse sind in den Fig. 7 und 8 zu sehen. Beim absatzartigen Stoß 21 in Fig. 7 ist das Werkstückteil 7 mit einer stufenförmigen Aufnahme versehen, in die die Wandung des Werkstückteils 8 eingesetzt ist. In Fig. 8 schließlich ist das Werkstückteil 7 mit einer treppenartigen Aufnahme versehen, in die die dazu korrespondierende Wandung des Werkstückteils 8 gemäß einem absatzartigen Stoß 22 eingesetzt ist.

Schließlich ist noch in Fig. 10 ein nutenartig überlappender Stoß 23 gezeigt, mit dem insbesondere eine gute Abdichtwirkung in der Art einer Labyrinthdichtung gegen das Eindringen von Staub in das Innere des Gehäuses 6 erzielt wird. Hierzu ist in der Wand des Werkstückteils 8 eine Nut 24 ausgebildet, in die eine dazu korrespondierende Feder 25 an der Wand des Werkstückteils 7 eingreift. Die Laserstrahlen 11 treffen ungefähr senkrecht auf die Oberfläche des Werkstückteils 8 im Bereich der Nut 24, womit eine Fügezone 10 zwischen der Feder 25 und der Nut 24 an der dieser Oberfläche des Werkstückteils 8 zugewandten Seite entsteht.

In Fig. 9 ist ein Schnitt durch ein etwas komplexer ausgestaltetes Werkstückteil 6 gezeigt, bei dem die Wände 26 eine dreidimensional räumlich verlaufende Kontur besitzen, die dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßt ist. Ein derartig komplexes Gehäuse 6 wird beispielsweise bei einem elektrischen Schalter für Elektrohandwerkzeuge verwendet und besitzt einen von den Wänden 26 des Werkstückteils 8 begrenzten innenliegenden Hohlraum 27, der zur Aufnahme der Funktionsteile des elektrischen Schalters dient. Zur Erzielung einer guten Staubdichtheit für den Hohlraum 27, ist in der Wand 26 eine Nut 24 befindlich, an der eine Feder 25 des weiteren Werkstückteils 7 eingreift, wie anhand der Fig. 10 bereits erläutert ist.

Wie in Fig. 9 weiter zu sehen ist, befinden sich in der Nut 24 sektorale Fügezonen 28, so daß die beiden Werkstückteile 7, 8 dort an den aneinander liegenden Verbindungsflächen miteinander verschweißt sind. Die sektoralen Fügezonen 28 besitzen einen haken- oder zickzackförmigen Verlauf, der durch eine entsprechend programmierbare, dreidimensional räumliche Relativbewegung zwischen den Laserstrahlen 11 und den Werkstückteilen 7, 8 erzeugt wird. Die Fügezonen 28 sind nicht kontinuierlich durchgehend angebracht, sondern lediglich in einzelnen Sektoren. Hierbei handelt es sich vor allem um den Bereich der Ecken der Wände 26 bzw. von Wendepunkten, in denen die Schweißnaht eine sprunghafte Richtungsänderung aufweist. Weiter können sektorale Fügezonen auch in Bereichen angeordnet sein, an denen sich nicht weiter gezeigte Durchführungen o. dgl., beispielsweise für Wellen, Stößel usw., von der Außenseite in den Hohlraum 27 des Gehäuses 6 befinden. Solche Bereiche sind für die Dichtheit besonders kritisch und werden von den sektoralen Fügezonen 28 sicher abgedichtet.

Zwischen den Sektoren der Fügezonen 28 verlaufen lediglich geradlinige Flächen, die weniger aufwendig abgedichtet werden können. Es genügt hier die nicht verschweißte Überlappung zwischen den Nuten 24 und der Feder 25 an den Wänden 26 der Werkstückteile 7, 8, womit diese als Dichtnuten wirken. Hierzu unterstützend können noch Schnappverbindungen 29 o. dgl. zwischen den Sektoren der Fügezonen 28 angebracht sein, mit deren Hilfe die Verbindungsflächen an den Wänden 26 der beiden Werkstückteile 7, 8 in diesen Bereichen abdichtend aufeinander gepreßt sind. Da in einem solchen Fall nur sektorale Fügezonen 28 angeordnet sind, erhält man vorteilhafterweise eine Zeitersparnis beim Verschweissen der Werkstückteile 7, 8.

Um eine genügende Erwärmung der Fügezone 10 zu erzielen, besitzen der Gehäusesockel 7 und der Gehäusedeckel 8 wenigstens in Teilbereichen für das Spektrum der Laserstrahlen 11 unterschiedliche Eigenschaften. So ist der Transmissionskoeffizient für die Laserstrahlen 11 beim Gehäusedeckel 8 größer als derjenige beim Gehäusesockel 7 während umgekehrt der Absorptionskoeffizient beim Gehäusesockel 7 größer als beim Gehäusedeckel 8 ist. Die beiden aus Gehäusesockel 7 sowie Gehäusedeckel 8 bestehenden Werkstückteile und die Optik 3 der Laserstrahlenquelle 1 sind nun derart relativ zueinander positioniert, daß die Laserstrahlen 11 auf der der Fügezone 10 abgewandten Seite am Gehäusedeckel 8 in einer ersten Einkoppelzone 12 auftreffen, wie der Fig. 3 zu entnehmen ist. Das erste Werkstückteil, nämlich der Gehäusedeckel 8, ist aufgrund seines großen Transmissionskoeffizienten im Bereich von der ersten Einkoppelzone 12 bis zur Fügezone 10 für das Spektrum der Laserstrahlen 11 wenigstens teilweise transmittierend ausgebildet. Dadurch kann wenigstens ein Teil der Laserstrahlen 11 den Gehäusedeckel 8 durchdringen. Dieser Teil der Laserstrahlen 11 dringt dann an einer zweiten Einkoppelzone 13, die in Fig. 3 schematisch angedeutet ist, in das zweite Werkstückteil, nämlich den Gehäusesockel 7 ein. Wie man sieht, liegen die erste und zweite Einkoppelzone 12, 13 im wesentlichen auf der durch die Laserstrahlen 11 gebildeten Geraden. Insbesondere steht diese Gerade ungefähr senkrecht zu den Einkoppelzonen 12, 13.

Der Gehäusesockel 7 ist im Bereich der Fügezone 10 an der zweiten Einkoppelzone 13 für das Spektrum der Laserstrahlen 11 aufgrund seines großen Absorptionskoeffizienten wenigstens teilweise absorbierend ausgebildet, so daß wenigstens ein Teil dieser an der zweiten Einkoppelzone 13 auftreffenden Laserstrahlen 11 in einer Absorptionszone 14 den Gehäusesockel 7 erwärmt. Es kann dabei ausreichen, wenn der Gehäusesockel 7 derart an der Oberfläche

der zweiten Einkoppelzone 13 absorbierend ausgebildet ist oder die Wellenlänge der verwendeten Laserstrahlen 11 entsprechend gewählt wird, daß die Laserstrahlen 11 lediglich eine kleine Distanz, vorzugsweise von wenigen µm in den Gehäusesockel 7 eindringen, womit die Absorptionszone 14 ebenfalls lediglich oberflächlich im Gehäusesockel 7 ausgebildet ist, wie in Fig. 3 angedeutet ist. Aufgrund von Wärmeleitung aus der Absorptionszone 14 in den angrenzenden Gehäusedeckel 8 wird dieser in einer Wärmeleitungszone 15 ebenfalls erwärmt. Durch die Erwärmung in der Absorptionszone 14 und der Wärmeleitungszone 15 wird der Kunststoff schmelzflüssig, womit nach Erkalten sich in diesen beiden Zonen 14, 15 die gemeinsame verfestigte Fügezone 10 ausbildet.

Wie bereits erwähnt, besteht das Gehäuse 6 aus einem Kunststoff. Als besonders geeignet für das Gehäuse eines elektrischen Schalters hat sich dabei die Verwendung von Styrol-Acrylnitril-Copolymerisat, Polyamid o. dgl. erwiesen. Zur Einstellung der teilweisen Transparenz des Gehäusedeckels 8 und der teilweisen Absorption des Gehäusesockels 7 für das Spektrum der Laserstrahlen 11, also des Transmissions- und Absorptionskoeffizienten, werden als Zusatzstoffe dienende Additive im Kunststoff, wie Farbpigmente, Glasfasern o. dgl. verwendet. Dabei erfolgt die entsprechende Einstellung durch einen unterschiedlichen Anteil der Additive in den beiden Werkstückteilen 7, 8, wobei die Anteile so gewählt werden, daß die Reflektivität der beiden Werkstückteile 7, 8 für das Spektrum der sichtbaren Lichtstrahlen im wesentlichen gleich ist. Insbesondere hat es sich als günstig herausgestellt, den hohen Absorptionskoeffizienten für den Gehäusesockel 7 durch schwarze Farbstoffpigmente zu erzielen. Entsprechende Versuche haben bei den genannten Kunststoffsorten ergeben, daß es günstig ist, für den teilweise absorbierenden Kunststoff des Gehäusesockels 7 eine Pigmentierung durch 1%

bis 2% Farbstoffe und für den Kunststoff des teilweisen transmittierenden Gehäusedeckels 8 eine geringere, in besonderen Fällen auch keine Pigmentierung vorzunehmen. Die beiden Werkstückteile 7, 8 sind dann für das mit dem menschlichen Auge sichtbare Lichtspektrum im wesentlichen undurchsichtig und ungefähr optisch gleichmäßig schwarz eingefärbt. Vorteilhafterweise bieten dann die beiden Werkstückteile 7, 8 im Gehäuse 6 einen optisch homogenen Eindruck, so daß die unterschiedliche Einstellung des jeweiligen Kunststoffs für das Auge nicht wahrnehmbar ist.

Versuche mittels eines Nd:YAG-Lasers von 10 W Leistung, der Laserstrahlen mit einer Wellenlänge von ca. 1,06 µm erzeugt, die besonders geeignet für die genannten Kunststoffsorten ist, und einer Vorschubgeschwindigkeit des Gehäuses 6 relativ zur Optik 3 von 3 m/min haben ergeben, daß man gute Ergebnisse für die Verschweissung unter Einhaltung folgender Parameter erzielt. Der Gehäusedeckel 8 sollte eine Transmission T von größer als 60% und eine Absorption A von kleiner als 30% sowie gegebenenfalls eine Reflektivität R von kleiner als 20 % für das Spektrum von Nd:YAG-Laserstrahlen besitzen. Der Gehäusesockel 7 sollte weiter eine Absorption A von größer als 90% und insbesondere eine vernachlässigbare Transmission T sowie gegebenenfalls eine Reflektivität R von kleiner als 10% besitzen. Die Prozentzahlen sind dabei jeweils auf die in den Einkoppelzone 12, 13 auftreffenden Laserstrahlen 11 bezogen. Im jeweiligen Einzelfall gilt

$$T + A + R = 100\%.$$

Es ist noch hervorzuheben, daß der an den jeweiligen Einkoppelzonen 12, 13 reflektierte Anteil der Laserstrahlen 11 wenig zur Erwärmung in der Fügezone 10 beiträgt und daher durch entsprechende Einstellung des Kunststoffes möglichst klein gehalten werden sollte.

Zur Verbesserung der Güte der Verschweissung kann während oder nach der Erwärmung und dem Aufschmelzen der Fügezone 10 durch die Laserstrahlen 11 eine Druckeinwirkung im Bereich der Fügezone 10 vorgenommen werden. In Fig. 1 ist dazu eine Andruckrolle 16 gezeigt, die auf die Oberseite des Gehäusedeckels 8 im Bereich der Fügezone 10 einwirkt. Diese Andruckrolle 16 wird den Laserstrahlen 11 entsprechend der Vorschubbewegung der Werkstückaufnahme 4 gemäß dem Richtungspfeil 5' nachgeführt. Damit wirkt der Druck der Andruckrolle 16 bis zum Erkalten der Fügezone 10 ein, womit ein Austreten der Schmelze aus der Fügezone 10 verhindert wird und die Gefahr einer Lunkerbildung in der Fügezone 10 gebannt ist. Es ist aus Fig. 1 ersichtlich, daß diese Druckeinwirkung benachbart zum Fokus der Laserstrahlen 11 erfolgt, so daß die Laserstrahlen 11 in der Einkoppelzone 12 am Gehäusedeckel 8 ungestört sind. Selbstverständlich lassen sich anstelle einer Andruckrolle 16 auch nicht weiter gezeigte, an sich bekannte hydraulische, pneumatische o. dgl. Niederhalter verwenden, die aufgrund der frei orientierbaren Strahlführung außerhalb der Führung der Laserstrahlen 11 angeordnet sein können. Falls diese Niederhalter aus einem für das Spektrum der Laserstrahlen 11 weitgehend transparenten Material bestehen, können diese Niederhalter auch in der Führung der Laserstrahlen befindlich sein.

Die Qualität der Verschweissung läßt sich weiter positiv beeinflussen, indem die Betriebsparameter der Laserstrahlenquelle 1 fortlaufend in Abhängigkeit von den in der Fügezone 10 herrschenden Prozeßparametern geregelt werden. Bei diesen Prozeßparametern handelt es sich um die Temperatur, den Druck u. dgl.. Sie werden fortlaufend gemessen und bei Abweichungen von den Sollwerten werden die Betriebsparameter der Laserstrahlenquelle 1 entsprechend verändert bis wiederum die gewünschten Sollwerte erreicht sind.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen und dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Sie umfaßt vielmehr auch alle fachmännischen Weiterbildungen im Rahmen des Erfindungsgedankens. So läßt sich die Erfindung nicht nur bei der Herstellung von elektrischen Schaltern anwenden, sondern kann an beliebigen aus Kunststoff bestehenden Werkstücken, Gehäusen o. dgl., beispielsweise für Haushaltsgeräte, Verpackungen usw., Verwendung finden.

1: Laserstrahlenquelle
2: Lichtleiter
3: Optik
4: Werkstückaufnahme
5, 5': Richtungspfeil
6: Gehäuse
7: Gehäusesockel (zweites Werkstückteil)
8: Gehäusedeckel (erstes Werkstückteil)
9: Absatz
10: Fügezone
11: Laserstrahl
12: erste Einkoppelzone
13: zweite Einkoppelzone
14: Absorptionszone
15: Wärmeleitungszone
16: Andruckrolle
17: stumpfer Stoß (weitere Ausführung)
18: keilförmiger Stoß (weitere Ausführung)
19: absatzartig überlappender Stoß (weitere Ausführung)
20,20': auskragender Absatz
21: absatzartiger Stoß (weitere Ausführung)
22: absatzartiger Stoß (weitere Ausführung)
23: nutenartig überlappender Stoß
24: Nut
25: Feder
26: Wand
27: Hohlraum
28: sektorale Fügezone
29: Schnappverbindung

Patentansprüche:

1. Werkstück, insbesondere Gehäuse (6) für einen elektrischen Schalter, bei dem zwei miteinander durch Laserstrahlen (11) entlang einer Fügezone (10) verschweißte Werkstückteile (7, 8) aus Kunststoff, vorzugsweise einem thermoplastischen Kunststoff angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Werkstückteile (7, 8) wenigstens in Teilbereichen einen voneinander unterschiedlichen Transmissions- sowie Absorptionskoeffizienten für das Spektrum der Laserstrahlen (11) besitzen, wobei das eine erste Werkstückteil (8) im Bereich von einer ersten Einkoppelzone (12), in der die Laserstrahlen (11) auf das erste Werkstückteil (8) treffen, bis zur Fügezone (10) wenigstens teilweise transmittierend für die Laserstrahlen (11) ausgebildet ist, wodurch ein Teil der Laserstrahlen (11) das erste Werkstückteil (8) durchdringen und an einer zweiten Einkoppelzone (13) in das zweite Werkstückteil (7) eindringen kann, und daß das weitere zweite Werkstückteil (7) im Bereich der Fügezone (10) an der zweiten Einkoppelzone (13) wenigstens teilweise absorbierend für die Laserstrahlen (11) ausgebildet ist.

2. Werkstück nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Werkstückteil (7) derart an der Oberfläche der zweiten Einkoppelzone (13) absorbierend ausgebildet ist und/oder die Wellenlänge für die Laserstrahlen (11) derart gewählt ist, daß die Laserstrahlen (11) lediglich eine kleine Distanz, vorzugsweise von wenigen μm in das zweite Werkstückteil (7) eindringen.

3. Werkstück nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Werkstückteile (7, 8) aus demselben Kunststoff, beispielsweise Styrol-Acrylnitril-

Copolymerisat, Polyamid o. dgl., bestehen, wobei vorzugsweise der Transmissionskoeffizient des ersten Werkstückteils (8) und der Absorptionskoeffizient des zweiten Werkstückteils (7) durch den Anteil von Additiven im Kunststoff, wie Glasfasern, Farbpigmente, insbesondere schwarze Farbpigmente, o. dgl. eingestellt ist, insbesondere indem bei dem absorbierenden Kunststoff eine Pigmentierung durch 1% bis 2% Farbstoffe und bei dem transmittierenden Kunststoff eine geringere, gegebenenfalls keine Pigmentierung vorgenommen ist, und wobei weiter vorzugsweise der Kunststoff für beide Werkstückteile (7, 8) für das mit dem menschlichen Auge sichtbare Lichtspektrum im wesentlichen undurchsichtig ist.

4. Werkstück nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Werkstückteil (8) eine Transmission T von größer als 60%, eine Absorption A von kleiner als 30% und gegebenenfalls eine Reflektivität R von kleiner als 20% sowie das zweite Werkstückteil (7) eine Absorption A von größer als 90%, insbesondere eine vernachlässigbare Transmission T und gegebenenfalls eine Reflektivität R von kleiner als 10% jeweils bezogen auf die in den Einkoppelzonen (12, 13) der Werkstückteile (7, 8) treffenden Laserstrahlen (11) besitzen.

5. Werkstück nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zu verbindenden Werkstückteile (7, 8) derart ausgestaltet sind, daß diese in der Fügezone (10) einen überlappenden (9), gegebenenfalls keilförmig überlappenden (18), nutenartig überlappenden (23), absatzartig überlappenden (9, 19, 21, 22), stumpf überlappenden (17) o. dgl. Stoß aufweisen, wobei vorzugsweise die Fügezone (10) in dreidimensional räumlicher Anordnung entlang der Verbindung der Werkstückteile (7, 8) verläuft, und wobei weiter vorzugsweise wenigstens ein Teil der Fügezone (10) im Inneren des Werkstücks befindlich ist.

6. Werkstück nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Werkstückteile (7, 8) Wände (26) besitzen, die wenigstens einen Teil eines innenliegenden Hohlraums (27) begrenzen, daß vorzugsweise die Fügezone (10) in einzelnen Sektoren (28), die gegebenenfalls im Bereich von Ecken an den Wänden (26), Durchführungen in den Hohlraum (27) o. dgl. angeordnet sind, oder kontinuierlich entlang der aneinander liegenden Verbindungsflächen der Wände (26) verläuft und daß weiter vorzugsweise zwischen den einzelnen Sektoren (28) die Wände (26) zur Erzielung einer Abdichtung des Hohlraums (27), insbesondere gegen Staubeinwirkung, einander überlappend mit Schnappverbindungen (29), Dichtnuten (24) o. dgl. ausgebildet sind.

7. Verfahren zum Verschweissen mittels Laserstrahlen (11) von aus Kunststoff, vorzugsweise aus einem thermoplastischen Kunststoff, bestehenden Werkstückteilen (7, 8), insbesondere Gehäuseteile für elektrische Schalter o. dgl., nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei ein erstes transparentes Werkstückteil (8), und ein zweites absorbierendes Werkstückteil (7), durch eine Fügezone (10) miteinander zu einem Werkstück verbunden werden, indem die beiden Werkstückteile (7, 8) und die Laserstrahlenquelle (1) gegebenenfalls mittels einer Optik (3) relativ zueinander derart positioniert werden, daß die Laserstrahlen (11) zunächst an einer ersten Einkoppelzone (12) auf das erste Werkstückteil (8) treffen, womit ein Teil der Laserstrahlen (11) das erste Werkstückteil (8) durchdringt, und daß dieser Teil der Laserstrahlen (11) anschließend im Bereich der Fügezone (10) an einer zweiten Einkoppelzone (13) in das zweite Werkstückteil (7) eindringt, womit das zweite Werkstückteil (7) im Bereich der zweiten Einkoppelzone (13) erwärmt wird, so daß die beiden Werkstückteile (7, 8) in der Fügezone (10) in einen schmelzflüssigen Zustand gelangen und beim anschließenden Erkalten eine Verfestigung der

Fügezone (10) erzielt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Werkstückteile (7, 8) jeweils Additive, insbesondere Farbstoffpigmente, enthalten, wobei die Werkstückteile (7, 8) durch einen unterschiedlichen Anteil der Additive derart eingestellt werden, daß das erste Werkstückteil (8) im Bereich von der ersten Einkoppelzone (12) bis zur Fügezone (10) für das Spektrum der Laserstrahlen (11) wenigstens teilweise transmittierend ist, daß das zweite Werkstückteil (7) im Bereich der zweiten Einkoppelzone (13) für das Spektrum der Laserstrahlen (11) wenigstens teilweise absorbierend ist, und daß die Reflektivität der beiden Werkstückteile (7, 8) für das Spektrum der sichtbaren Lichtstrahlen im wesentlichen gleich ist.

8. Verfahren zum Verschweissen von Werkstückteilen nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserstrahlenquelle (1) so positioniert wird, daß die Laserstrahlen (11) gegebenenfalls mittels einer Optik (3) derart auf die beiden Werkstückteile (7, 8) ausrichtbar sind, daß die erste und zweite Einkoppelzone (12, 13) im wesentlichen auf der durch die Laserstrahlen (11) gebildeten Geraden, insbesondere ungefähr senkrecht zu dieser Geraden liegen, wobei vorzugsweise die Laserstrahlenquelle (1) oder die Optik (3) für die Laserstrahlenquelle (1) und die Werkstückteile (7, 8) derart relativ zueinander bewegt werden, insbesondere durch eine programmierbare Bewegung, wie mittels eines Roboters, eines Mehrachsen-Handhabungsgeräts o. dgl., daß eine längliche, gegebenenfalls frei orientierbare, dreidimensional räumlich sowie gegebenenfalls an einzelnen Stellen sektoral (28) im Werkstück angeordnete Fügezone (10) erzeugt wird.

9. Verfahren zum Verschweissen von Werkstückteilen nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß während oder nach Erwärmung und Aufschmelzen der Fügezone (10) durch die Laserstrahlen (11) eine Druckeinwirkung im Bereich der

Fügezone (10), insbesondere bis zum Erkalten der Fügezone (10), vorgenommen wird, daß vorzugsweise die Druckeinwirkung benachbart zum Fokus der Laserstrahlen (11) und insbesondere mit den Laserstrahlen (11) nachführbar oder gegebenenfalls außerhalb der Führung der Laserstrahlen (11) auf die Werkstückteile (7, 8) vorgenommen wird und daß weiter vorzugsweise die Druckeinwirkung über hydraulische, pneumatische, rollenartige (16) o. dgl. Niederhalter, die gegebenenfalls für die Laserstrahlen (11) transparent sein können, vorgenommen wird.

10. Verfahren zum Verschweissen von Werkstückteilen nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsparameter der Laserstrahlenquelle (1), bei der es sich vorzugsweise um einen Nd:YAG-Laser handelt, in Abhängigkeit von den in der Fügezone (10) herrschenden Prozeßparametern, wie Temperatur, Druck u. dgl., geregelt werden und daß vorzugsweise das Werkstück nach dem Verschweissen zum Abbau der Schweißspannungen thermisch getempert wird.

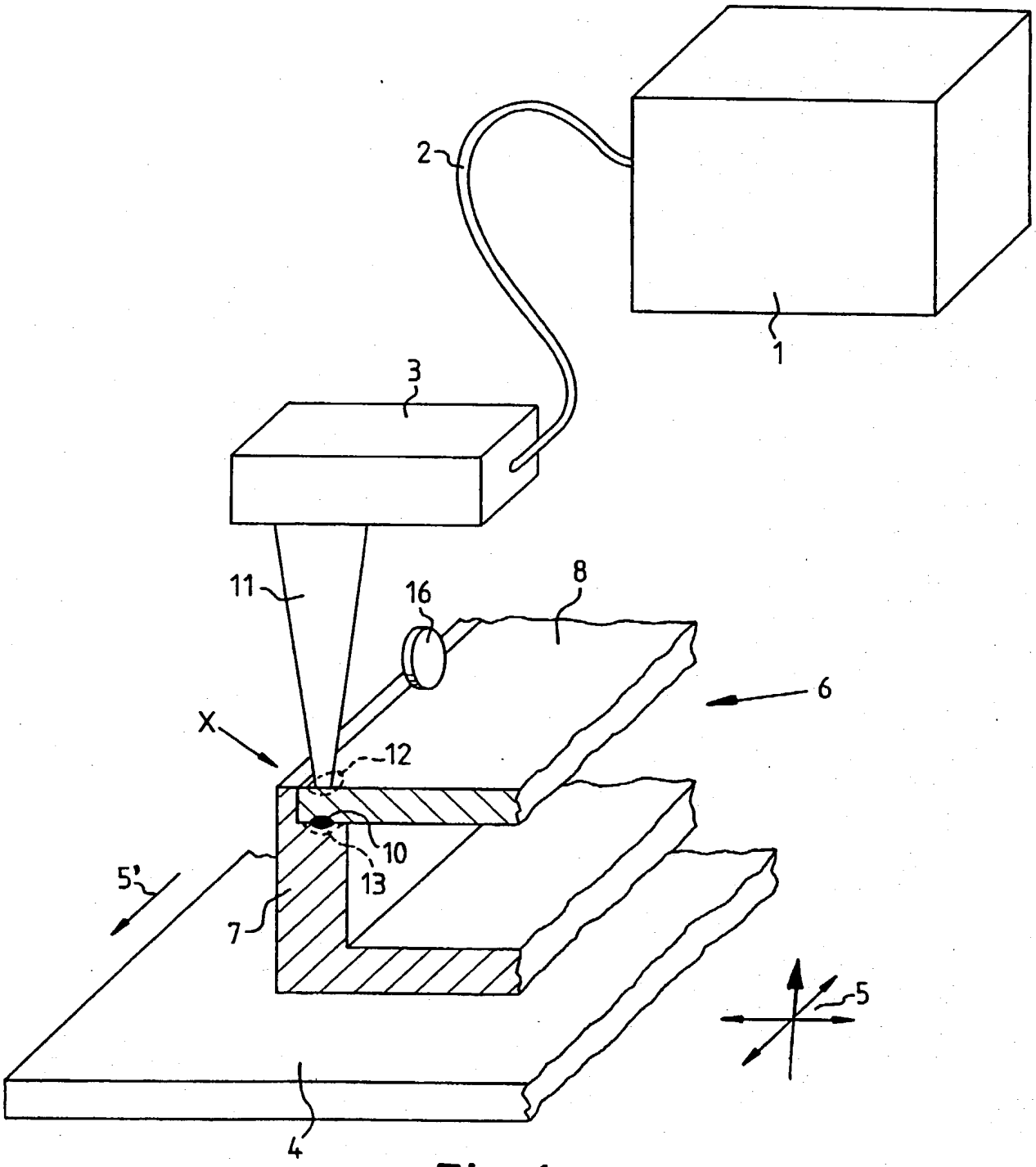


Fig. 1

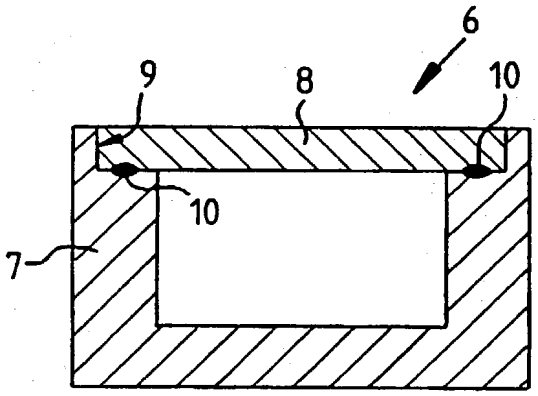


Fig. 2

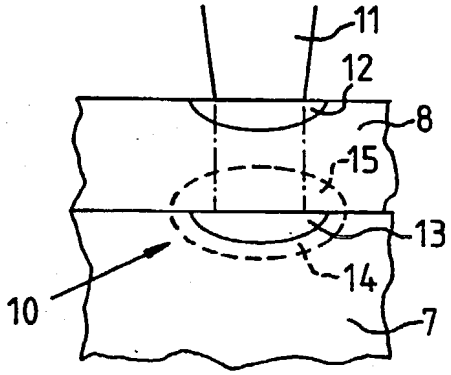


Fig. 3

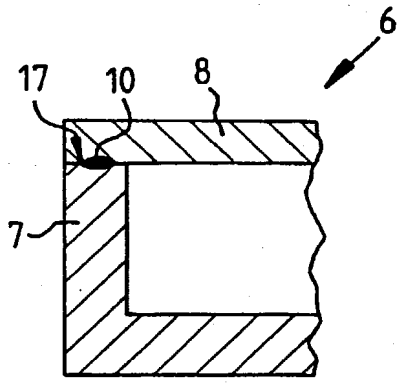


Fig. 4

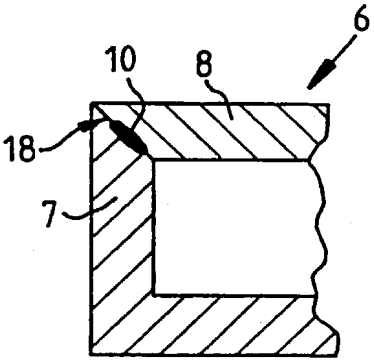


Fig. 5

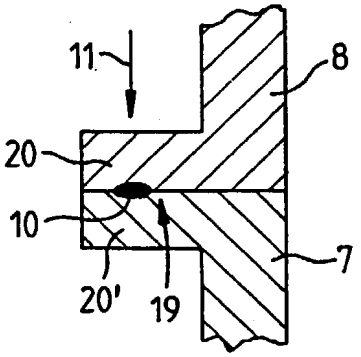


Fig.6

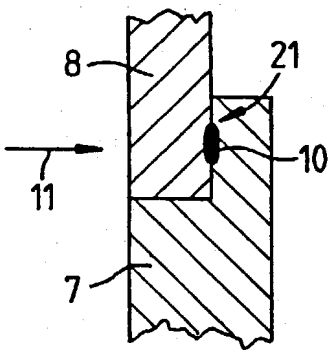


Fig.7

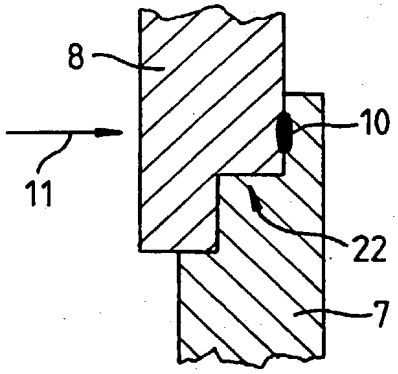


Fig. 8

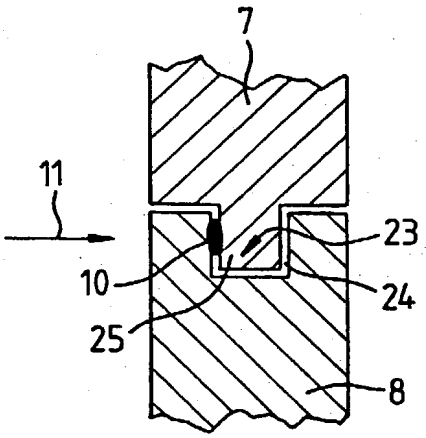


Fig.10

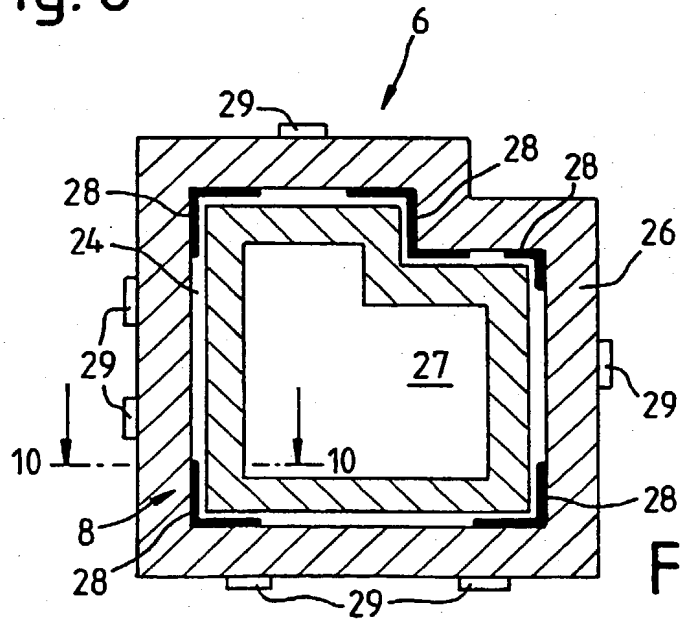


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. ional Application No
PCT/DE 95/00394

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B29C65/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	EP-A-0 483 569 (FMC CORP) 6 May 1992 see column 1, line 40 - column 2, line 27 see column 5, line 4 - line 11; claim 22 ---	1,2,8 5,6 3,4,7,9, 10
X Y	US-A-5 279 693 (ROBINSON JOHN P ET AL) 18 January 1994 see column 6, line 54 - column 7, line 13 ---	1-4,7,9 5,6
P,X	GB-A-2 276 584 (BRITISH GAS PLC) 5 October 1994 see page 5, line 15 - line 17 see page 9, line 1 - line 8 see page 11, line 6 - line 12; claim 1 see page 10, line 9 - line 15 --- -/--	1

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 July 1995	02.08.95

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Cordenier, J

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. .onal Application No
PCT/DE 95/00394

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB-A-1 051 397 (PHILIPS ELECTRONIC AND ASSOCIATED INDUSTRIES LTD) 14 December 1966 see page 3, line 26 - line 34; claim 1	1
Y	DE-U-90 15 782 (TRUMPF GMBH) 17 January 1991 see figures	5,6
P,A	GB-A-2 271 312 (FORWARD ENGINEERING LIMITED) 13 April 1994 see claim 1	8
A	WO-A-89 10832 (MEKRAPID) 16 November 1989 see the whole document	9
A	EP-A-0 288 884 (BUEDENBENDER BERND) 2 November 1988 see figures	5,6
A	US-A-3 477 194 (CORRSIN LESTER) 11 November 1969 see column 3	3,7
A	US-A-3 769 117 (BOWEN W ET AL) 30 October 1973 see column 3, line 34 - line 39 see column 4, line 20 - line 23 see column 4, line 29 - line 41	
A	FR-A-1 506 163 (FARBWERKE HOECHST AG, VORM. MEISTER LUCIUS & BRÜNING) 15 December 1967 see page 1, right column, line 29 - line 38 see page 2, left column, line 3 - line 6	
A	US-A-3 960 624 (P.M. ERLANDSON) 1 June 1976 see figure 10	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter..onal Application No
PCT/DE 95/00394

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP-A-0483569	06-05-92	NONE		
US-A-5279693	18-01-94	NONE		
GB-A-2276584	05-10-94	AU-B-	6383394	24-10-94
		EP-A-	0644826	29-03-95
		WO-A-	9422661	13-10-94
		PL-A-	306545	03-04-95
GB-A-1051397		DE-A-	1540991	19-02-70
		FR-A-	1454374	23-12-66
		NL-A-	6413441	20-05-66
		US-A-	3424890	28-01-69
DE-U-9015782	17-01-91	NONE		
GB-A-2271312	13-04-94	NONE		
WO-A-8910832	16-11-89	AU-A-	3550589	29-11-89
		DE-D-	68910822	23-12-93
		DE-T-	68910822	09-06-94
		EP-A-	0413734	27-02-91
EP-A-0288884	02-11-88	DE-A-	3713527	10-11-88
		AT-T-	123985	15-07-95
US-A-3477194	11-11-69	NONE		
US-A-3769117	30-10-73	AU-B-	460771	08-05-75
		AU-A-	4909572	23-05-74
		BE-A-	792903	18-06-73
		CA-A-	968416	27-05-75
		CH-A-	547694	11-04-74
		DE-A-	2261388	05-07-73
		FR-A,B	2165906	10-08-73
		GB-A-	1379936	08-01-75
		JP-A-	48078280	20-10-73
		NL-A-	7216923	03-07-73
		SE-C-	392422	07-07-77

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. .onal Application No
PCT/DE 95/00394

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-1506163	06-03-68	NONE	
US-A-3960624	01-06-76	CA-A- 1046253	16-01-79